

学籍番号

氏名

(これは試験範囲の60%くらいをカバーした問題である)

問題1. 右図のように、なめらかな鉛直壁に、長さ  $\ell$  [m] のはしごがたてかけてある。はしごは細く、重さは一様で、質量は  $M$  [kg] である。床とはしごの静止摩擦係数を  $\mu$ 、点Pをはしごと床との接点、点Qをはしごと壁との接点とし、 $\angle QPO = \theta$  とする。

重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

(1) はしごにはたらく力をすべて図に書き入れよ。ただし、力の向きを矢印で表し、重力には  $W$ 、摩擦力には  $F_1$ 、 $F_2$  …、垂直抗力には  $N_1$ 、 $N_2$  … という記号を使用すること。また、はしごにはたらく重力は、はしごの重心を作用点とするものとする。

(2) (1) で記した記号を用いて、水平方向の力のつり合いの式を書け。

(3) (1) で記した記号を用いて、鉛直方向の力のつり合いの式を書け。

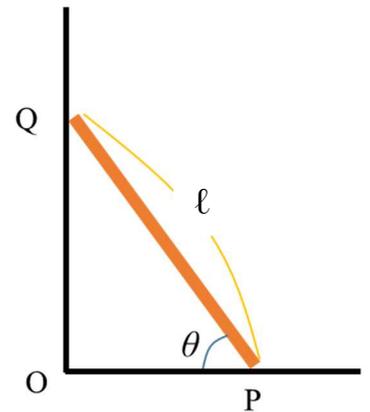
(4) (1) で記した記号を用いて、P点のまわりの力のモーメントのつり合いの式を書け。

これ以降の問題では、OPの距離は  $\frac{3}{5} \ell$  [m] とする。

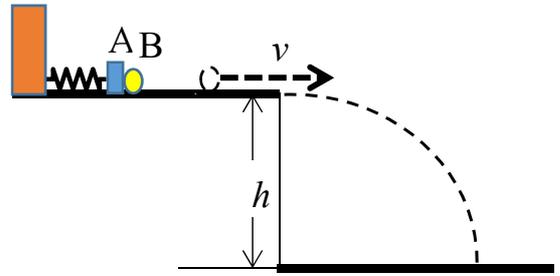
(5)  $\sin\theta$  と  $\cos\theta$  の値をそれぞれ数値で表せ (ただし分数のままで良い)。

(6) はしごの上端Qが壁から受ける垂直抗力の大きさと、はしごの下端Pが床から受ける垂直抗力の大きさを、単位も含めてそれぞれ求めよ。 $M$ 、 $g$ 、 $\ell$ 、 $\mu$  から適切な記号を選んで答えること。注意： $\theta$  を用いずに答えること。ただし、分数のままで答えて良い。

(7) はしごがすべらないためには静止摩擦係数  $\mu$  はどのくらいの大きさをなければならないか、その条件を数値でもとめよ。(ただし分数のままで良い)



**問題 2.** 図のようにバネ定数  $k$  のバネに質量  $M$  の板 A をとりつけ、この板に質量  $m$  の小球 B を接触させる。板 A に小球 B を接触させたままバネを自然長から長さ  $\ell$  だけ縮ませてから放すと、小球 B はバネが自然長になったところで板から離れ、なめらかな水平面をすべり、 $h$  だけ下にある床に落下する。重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気の抵抗は無視できるものとする。



(1) バネを自然長から長さ  $l$  だけ縮ませたときの弾性エネルギーの大きさを答えよ。

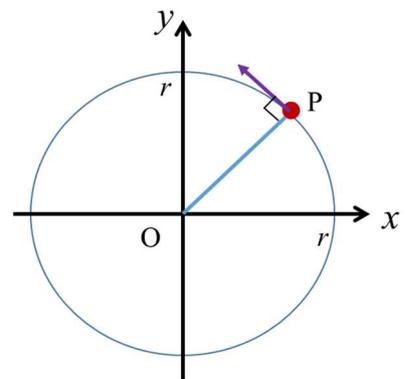
(2) 小球 B が水平面をすべる時の速さ  $v$  を  $k, M, m, \ell$  を用いて表せ。

(3) 小球 B が床に落下し、床と衝突する直前の鉛直方向の速度成分の大きさが  $2v$  であった。このことを用いて  $h$  を  $g$  と  $v$  を用いて表せ。

**問題 3.** 地表面における重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。地表面で長さ  $\ell$  [m] の単振り子の周期 [s] が  $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  であったか、それとも  $2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$  であったか、忘れてしまったとする。次元解析によってどちらの式が正しいかを判定せよ。

**問題 4.** 右図のように半径  $1.0$  m の円周上を小物体 P が等速円運動している。

計測したところ、円周を 4 周するのに  $2.0$  s かかった。この P の運動について、以下の物理量 (数値と単位) を求めよ。ただし円周率として  $\pi$  ( $\pi$  のままの表記でよい) を用いよ。



(a) 周期

(b) 角速度

(c) 速さ

(d) 加速度の大きさ